

王殿武 陈希富 主编

喷灌工程技术与实践

PENGUANCONGCHENG JISHU YU SHIJIAN

辽宁科学技术出版社

喷灌工程 技术与实践

王殿武 陈希富 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

编委会

主 编 王殿武 陈希富

参编人员 蔡 亮 刘玉珍 孔雪艳 郎福山

杨荣波 矫 峰 代影君

图书在版编目 (CIP) 数据

喷灌工程技术与实践 / 王殿武, 陈希富主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007.12

ISBN 978-7-5381-5278-4

I. 喷… II. ①王… ②陈… III. 喷灌 IV. S275.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 178938 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 145mm × 210 mm

印 张: 6.5

插 页: 4

字 数: 190 千字

印 数: 1 ~ 400

出版时间: 2007 年 12 月第 1 版

印刷时间: 2007 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘晓娟

封面设计: 王 林

版式设计: 于 浪

责任校对: 李淑敏

书 号: ISBN 978-7-5381-5278-4

定 价: 50.00 元

联系电话: 024-23284376

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

http: //www.lnkj.com.cn

前 言

中国是世界上缺水最严重的国家之一，随着经济的发展和人口的激增，水的供求矛盾也愈加突出。建立节水型社会是实现经济可持续发展和水资源可持续利用的必由之路。中国又是一个农业大国，农业用水占总用水量的70%以上，所以，建立节水型农业对于建立节水型社会就具有特别重要的意义。建立节水型社会已经成为中国的一项基本国策，因此，研究和推广节水灌溉新技术是水利和农业科技工作者义不容辞的责任和义务。

多年来，国内外广大科技工作者对节水灌溉技术进行了广泛深入的研究和实践，提出了许多新理论、新技术、新方法，使农业节水理论和技术不断地得到丰富和发展。

辽宁省面临着严重的水危机，解决辽宁省水危机必将对缓解中国的水紧缺做出贡献。辽宁省多年平均水资源总量为342亿立方米，人均占有量和耕地亩均占有量均为全国平均相应指标的1/3。水资源短缺已成为制约辽宁省经济和社会发展的重要因素。辽宁省水资源一方面是紧缺，另一方面是用水严重损失浪费。农业是用水大户，约占总用水量的60%，渠道跑水、漏水、大水漫灌等现象普遍存在。据各地测算，灌溉水利用系数仅为0.5~0.6，损失将近一半，大力开展节水型农业已成为当务之急。

喷灌是一项节水、节地、增产型的节水灌溉新技术，虽然喷灌在世界范围内迅速发展原因并非仅仅是为了节约农业用水，但在水资源严重短缺的中国，喷灌始终是作为一项先进的节水灌溉技术发展的。辽宁省的喷灌在20世纪六七十年代就已开始研究，70年代末80年代初曾经搞过30万亩喷灌农田，但由于投资、管理、材料设备质量问题，以及农村体制改革后种植结构变化等历史原因，致使喷灌没能都坚持下来，据统计，辽宁省1995年底喷灌面积只有13.7万亩，1998—2000

年，实施了节水灌溉工程并取得了显著的效果。时隔20年，喷灌又一次成为农业节水灌溉的主要技术，充分显示了该项技术的强大生命力。

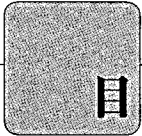
喷灌的技术含量较高，涉及面广，在规划设计、设备选型、施工安装、管理运行等方面都有很多新的特点和问题，都需要结合实际进一步研究和实践。因此，针对辽宁省的特点，本着实用、先进的原则，我们进行了喷灌工程技术与实践研究工作。

本书比较全面、系统地总结了在喷灌技术方面发展的新经验和新成果。本书共设6章，具体内容包括：喷灌发展的现状、特点及存在的主要问题，喷灌工程典型模式研究成果，喷灌工程自动化技术应用情况，喷灌工程的管理模式，喷灌工程经济效益分析以及结合辽宁省实际条件提出的典型设计。本书技术具体，实例清晰，系统全面，是研究、应用、推广喷灌工程理论与技术的科研人员、设计人员、大专院校师生等相关人员很好的一本工具书和参考书。

由于喷灌技术发展迅速，地域性特点突出，也由于水平所限，难免有许多不足或错误，敬请广大读者指正。

编 者

2007年10月



目 录

前 言

第一章 概论	1
第一节 喷灌的特点	1
第二节 喷灌系统的组成和分类	3
第三节 喷灌的发展概况	4
第四节 喷灌发展中存在且应重视的主要问题	6
第二章 喷灌工程典型模式研究	9
第一节 固定式管道喷灌系统模式	9
第二节 半固定式管道喷灌系统模式	16
第三节 卷盘式喷灌机喷灌系统模式	22
第四节 移动管道式喷灌系统模式	26
第三章 喷灌工程自动化技术	31
第一节 喷灌工程自动化技术的发展现状	31
第二节 喷灌工程自动化技术研究	34
第四章 喷灌工程管理模式	62
第一节 喷灌工程的施工管理	62
第二节 喷灌工程的运行管理	70
第三节 喷灌工程的用水管理	76
第四节 喷灌工程的财务管理	79
第五节 喷灌工程的经营管理	80

第五章 喷灌工程经济效益分析	84
第六章 喷灌工程典型设计	89
第一节 概述	89
第二节 半固定式喷灌工程典型设计模式	91
第三节 卷盘式喷灌机典型设计模式	122
第四节 轻、小型喷灌机组设计模式	161
第五节 固定式微喷工程设计模式	171
参考文献	201

第一章

概

论

第一节 喷灌的特点

喷灌是利用水泵加压或自然落差将水通过压力管道送到田间，经喷头喷射到空中，形成细小的水滴，均匀喷洒在农田上，为作物正常生长提供必要水分的一种灌水方法。

1. 喷灌的最主要优点

(1) 节约用水

中管喷灌在世界范围内的迅速发展并非仅仅是为了节水，但在水资源严重短缺的中国，喷灌始终是作为一项先进的节水灌溉技术发展的。喷灌系统采用管道输水、配水，输水损失很小。同时喷灌是利用喷头直接将水比较均匀地喷洒到作业面上，灌水均匀，可以不产生深层渗漏和地面径流，因此，水的利用率高。

(2) 增加作物产量、提高农作物品质

喷灌时的灌溉水以水滴的形式，像降雨一样湿润土壤，不破坏土壤结构，为作物生长创造良好的水分状况；灌溉水输送到田间都是在有控制的状态下工作的，可以根据作物的需水规律进行精确供水；喷灌还能够调节田间小气候，在干热风季节喷灌可增加空气湿度，降低气温，在早春可防霜冻。因此，喷灌可增加农作物产量，提高农作物品质，实现两高一优农业。

(3) 喷灌有很强的适应性

喷灌的一个突出特点是适应于各种作物、土壤，受地形条件限制小，可以很容易地灌溉那些坡度陡、起伏大的耕地。可以对那些由混合质地和混合土层构成的难以灌溉的土壤进行适度地灌溉；对那些进行平整后会造成破坏性后果的浅薄层的土壤，可以在不进行

土地平整的条件下灌溉。

(4) 喷灌可提高耕地利用率

采用喷灌可大大减少田间内部沟渠、田埂的占地，增加了实际播种面积，提高耕地利用率。

(5) 喷灌可节省劳力

喷灌系统便于实现机械化和自动化，从而减少用工；固定喷灌系统可以免去灌溉季节的田间用工；由于喷灌对地形的要求低，可以节省大量农田地面平整的工程量。

(6) 避免土壤次生盐碱化

在地下水位高的地区，地面灌溉使土壤过湿，易引起土壤盐碱化，用喷灌来调节上层土壤的水分状况，可避免盐碱化的腐蚀。

2. 喷灌的主要缺点

(1) 喷洒作业受风的影响

一般风力大于3级时不宜进行喷洒作业，灌溉季节多风的地区应在设备选型的规划设计上充分考虑风的不利影响。

(2) 设备投资高

这也是当前制约喷灌发展的主要因素。同时有些地区重建设轻管理，造成设备损坏，使得投入得不到相应的回报。

(3) 耗能

喷灌是利用水的压力使水流破碎形成水滴喷洒到田间，显然要多消耗一部分能源。这也促进了喷灌向低压化方向的发展，一些低压喷头已在大型机组中得到了广泛的应用。另外，辽宁省有些丘陵区有自然水头可以利用，发展喷灌将是既节水又节能的灌溉模式。

喷灌是一种先进的灌水方法，它具有增产、省水、省工等优点。目前，喷灌设备形式多样、使用灵活并能够对灌水进行有效控制，使得喷灌的适应性更加广泛。

喷灌适应于大多数的作物，几乎能够适应于各种可灌溉的土壤。在定期移动喷灌系统中，根据适宜的喷嘴尺寸、工作压力和喷头间距的设计，可以控制任一喷灌强度进行喷水。要求5~7天间隔灌一次水的作物，非常适合用定期移动的喷灌系统进行灌溉；经济发展水平高，劳力紧张，以种植灌水频繁、经济价值高的蔬菜为主的城

市郊区，以及灌水次数频繁的果园、茶园等经济作物区，采用固定式或连续移动喷灌系统更为适宜；水源小而分散的山丘区和平原缺水地区，小园田作物的喷灌，以及农田抗旱中可以充分利用农村的现有手压井、土井小河沟等发展小型全移动式喷灌系统。喷灌形式发展多样，因而使喷灌方法可用于大部分的地形条件，其应用仅仅受制于土地利用能力和经济情况。在地形复杂的山坡地、渗漏严重的沙土地，唯有喷灌才能解决水利化问题，从而改变其农业、经济和生活条件。

第二节 喷灌系统的组成和分类

1. 喷灌系统的组成

通常喷灌系统由水源工程、水泵和动力机、输配水管道系统、喷头以及附属设备、附属建筑物组成。喷灌系统的水源可以是河流、湖泊、水库、池塘、泉水、井水或渠道水。喷灌使用有压水，故一般采用压力管道进行输配水，通常分为干管和支管两级。喷头是喷灌系统的专用设备，是喷灌系统的重要部件，形式多种多样，但都是将管道内的连续水流喷射到空中，形成细小水滴。对喷头的基本要求主要以喷灌强度、喷灌均匀度和雾化指标等参数表示。喷灌工程中还用一些附属设备和附属工程，如拦污设施、排气阀、泄水阀、供电线路等。附属设备、附属工程对于保证喷灌系统正常运行，充分发挥效益具有重要的意义。

2. 喷灌系统的分类

喷灌系统的形式很多，各具特点，分类的方法也有不同。按系统构成的特点分类，可分为管道式喷灌系统和机组式喷灌系统。管道式喷灌系统通常包括固定管道式喷灌系统、半固定管道式喷灌系统和移动管道式喷灌系统。固定管道式喷灌系统的全部管道在整个灌溉季节甚至常年都是固定不动的，设备投资高，但使用方便，适合于生产力发展水平高、灌水频繁的经济作物。半固定管道式喷灌系统的支管移动使用，大大提高了支管的利用率，使投资降低。这种形式在辽宁省小麦产区具有很大的发展潜力。移动管道式喷灌系

统的干、支管均移动使用。机组式喷灌系统以喷灌机为主要构成设备,一般包括轻小型喷灌机、平移式喷灌机、滚移式喷灌机和软管牵引卷盘式喷灌机等。

第三节 喷灌的发展概况

1. 喷灌的发展概况

喷灌是当今世界上最主要的节水灌溉技术之一。这种灌溉方法起始于1900年,第一个农业喷灌系统是喷城市草坪的幼苗,1920年以前喷灌仅限于喷蔬菜、苗圃和果园。1950年以来,由于发展了高效喷洒器、轻型铝管、更高效率的水泵,加上廉价的电能和内燃机燃料的广泛分布,使喷灌设备增加得很快。喷灌已经适用于各种类型的土壤、不同地形和坡度的耕地以及许多种作物。1939年世界各国喷灌面积为0.015亿亩,1960年为0.375亿亩,1980年达到3亿亩,20世纪90年代初为4亿亩。从70年代初到80年代是喷灌发展速度最快的时期,80年代后,世界出现能源危机,高能耗的大型喷灌机具的应用受到限制,使喷灌发展速度有所降低,90年代后,喷灌机具在降低能耗方面有了很大改进。

中国虽然在20世纪50年代就已建设了一些喷灌试验工程,但形成一定规模地进行研究、开发生产应用则是进入70年代以后的事情。1976年喷灌列入国家科研计划,1977—1978年国家计委将喷灌列为重点推广项目,原水利电力部正式将喷灌列入水利建设计划。中国喷灌面积到1985年已达1000万亩,此后,因农村生产体制的改革以及对节水灌溉的认识比较肤浅,喷灌面积发展不快,各地区的发展水平也很不平衡。1985年原水利电力部组建了中国喷灌技术开发公司(1987年更名为中国灌排技术开发公司),负责开发和引进喷灌技术,有力地支持了各地发展喷微灌的积极性。“九五”期间是中国喷灌快速发展的时期,党的十四届五中全会和八届人大四次会议明确提出要“大力普及节水灌溉技术”,这种形势有力地促进了喷灌事业的发展,全国绝大部分县开展了喷灌的试点、示范和推广工作,喷灌面积从1992年的1250万亩发展到1997年的1900万亩,年平均增

长率超过10%。

喷灌面积的发展带动了喷灌材料设备生产制造业的发展,随着喷灌技术在中国的推广应用,中国喷灌机具的发展从无到有,经历了从引进仿制到研究创新,从自发研制到国家有组织、有计划地攻关,从品种繁杂到系列化、标准化的各个过程。中国大型喷灌机的使用开始于1974年新疆地区的双悬臂式喷灌机,从1977年引进美国16台电动和水动圆形喷灌机以来,中国大型喷灌机的研制进入了一个新的阶段,圆形、平移、滚移、绞盘卷管式等大型喷灌机都研制和小批量生产,并在全国推广应用。中国曾经研制过中型喷灌机,有单喷头悬挂式、绞盘卷管式、移动管道机组等形式,但推广应用不多,未形成批量规模。自从20世纪70年代中期中国大面积仿制喷灌以来,担负主要任务的是小型喷灌机组,约占中国总喷灌面积的83.3%。这种机型一开始形成就比较多,有手台式、手推车式、拖拉机悬挂式,还有微型、小型、卷管式。有单喷头的,也有多喷头的。虽然这种机型喷洒质量较差,耗能高,但投资少,易于掌握且适应当前农村的生产体制,所以生产批量较大。

中国喷灌事业的长足发展,带动了国内民族企业的振兴。从喷灌占灌溉面积的比例来看,中国的发展水平还很低。中国采用喷灌、微灌等先进节水措施的灌溉面积仅占总灌溉面积的2%,而一些发达国家达到了80%以上,德国为91%,罗马尼亚为80%,法国为75%,美国喷滴灌面积占灌溉面积的一半,以色列在1966年时微喷灌面积就达到了100%。中国发展喷灌的潜力是巨大的,因此,国外很多喷微灌公司都看好了中国这个大市场,目前在中国设有代理的外国公司有:美国的Rainbird、Hunter、Toro、Weather、Matic、尼尔逊,以色列的Netfaim、Naan、Dan、Amiad、Plastro等,另外,法国、奥地利、意大利、澳大利亚、韩国、希腊、西班牙等国的喷微灌公司在中国均有办事处或代理商,国内民族企业面临着严峻的挑战。

2. 辽宁省喷灌发展现状

辽宁省是中国北方严重缺水的省份之一,多年平均水资源总量363亿立方米,人均占有量和耕地亩均占有量为全国平均相应指标的1/3。水资源紧缺已成为制约辽宁省国民经济和社会发展的要因

素。辽宁省水资源一方面是紧缺,另一方面是用水严重损失浪费。农业是用水大户,约占总用水量的63%,渠道跑水、漏水、大水漫灌等现象普遍存在。据各地测算,灌溉水利用系数仅为0.5~0.6,损失将近一半,大力发展节水型农业已成为当务之急。

辽宁省在20世纪六七十年代就已开始研究喷灌,70年代末80年代初曾经搞过30万亩喷灌农田,但由于投资、管理、材料设备质量问题,以及农村体制改革后种植结构变化等历史原因,致使喷灌没能都坚持下来,据统计,辽宁省1995年底喷灌面积只有13.7万亩,1997年底为31.31万亩。从1998年开始,省委、省政府高度重视节水灌溉农业,加大了投资力度,经省政府常务会议讨论通过,决定实施农业“3655”节水灌溉工程,即5年新增500万亩“两高一优”喷灌农田。10月14日,全省农业“3655”节水工程现场会在彰武县召开,“3655”节水灌溉工程正式启动。这项工程项目区包括10个市、45个县区。全面实施“3655”工程是辽宁省传统农业向现代化农业迈进的起点与希望所在,是辽宁省国民经济跨世纪发展的一项战略措施。“3655”一期工程实际完成面积为84.48万亩,其中微灌2.23万亩,喷灌82.25万亩。喷灌形式有半固定管道式、移动小机组式和卷盘式等三种。半固定式面积为30.96万亩,移动小机组式为23.97万亩,卷盘式为27.32万亩。另外,1998年抗旱打井项目区新增有效喷灌面积21万亩,“3655”二期工程计划面积为95.8万亩。时隔近20年,喷灌又一次成为农业节水灌溉的主要技术,充分显示了该项技术的强大生命力。

第四节 喷灌发展中存在且应重视的主要问题

1. 管理问题

喷灌需要实行统一种植结构统建、统管和适度的规模经营,在当前中国农村实行家庭联产承包责任制的条件下,要达到这些统一存在一定难度。农村实行联产承包责任制存在承包田块分散、种植品种不一、需水时间有先后等问题。喷灌工程面积大、数量多,地

面设施最容易发生破坏和丢失，如果不将工程管理落到实处，必将影响工程效益的正常发挥。因此，必须强化喷灌工程统一管理，才能充分发挥工程效益。

2. 技术问题

喷灌工程是一个复杂的系统，技术含量较高，涉及面广，规划设计、设备选型、管理运行均需要掌握专门的知识和技术。第一，必须为工程设计提供准确的基础资料，比如机井的出水量、静水位、动水位等数据应该进行实地观测，工程设计既要考虑投资问题，又要满足规范要求。第二，要严把施工质量关。喷灌系统工作压力较高、隐蔽工程多，施工和设备安装质量的好坏直接关系工程能否正常使用，效益能否正常发挥。在发展喷灌时，培养一支专业化的施工队伍非常重要。只有实行专业化，施工队伍的技术水平才能迅速提高，施工条件才能得到改善，施工工艺才能得到遵守，施工质量才能得到保证，施工监理制才能得以顺利实行。第三，工程管理人员必须经过严格的技术培训，提高素质，以适应先进的技术要求。应教育工程管理人员和广大农民增强节水意识，掌握必要的知识和技能，用好管好喷灌工程。

3. 认识问题

喷灌节水是社会效益，我们所强调的节水农业、节水灌溉是从宏观上提高水资源的利用率，而农民不在乎，因为当前农业用水还不能征收水资源费，只收取能耗费用，用水费用相对较低，靠强调节水让农民接受节水灌溉新技术就存在很大难度。他们认为喷灌水少，不解渴，习惯大水漫灌，因此，要推广节水灌溉新技术，除了政策措施外，还要大力宣传它的高效性。喷灌效益有一部分是难以用货币或某种数量来表示的，但又显示出了优越性，比如地形复杂地区、山坡地、渗漏严重的沙土地，唯有喷灌才能解决水利化问题，从而改变其农业、经济和生活条件。

4. 喷灌设备质量问题

当前使用的喷灌设备，有一些是杂牌产品，还有的是为了降低造价，不顾质量。喷灌工程使用大量的材料设备，材料设备不合格无异于埋下了隐患。随着喷灌材料设备市场需求的扩大，一些不具

备生产条件的小企业进入这一领域,粗制滥造的伪劣产品充斥市场。由于国外喷灌设备已开始进入中国市场,对中国正在形成的喷灌材料设备产业造成了不小的冲击。面对这种状况,有关部门应大力扶持国产名牌产品和龙头企业,企业则应提高产品质量、降低生产成本、畅通供应渠道、改善售后服务,从根本上解决问题。水利部门则应严格把好材料设备的进货渠道和质量验收工作。

5. 发展模式问题

发展喷灌,应根据自然条件、水源和现有水利工程状况、种植结构、经济条件、管理水平确定喷灌规模和优先顺序。应优先发展干旱缺水地区、地形复杂山坡区、没有喷灌设施的旱地。在已成灌区发展喷灌,要注意经济分析,不宜随便改地面灌为喷灌。在渠灌区发展喷灌,应考虑喷灌和地面灌在灌水定额和灌水周期上的差异,综合评价修建调蓄建筑物的必要性和可行性。在已建节水灌溉工程上改建喷灌工程,应充分考虑其必要性和经济性。

喷灌形式的选择要因地制宜。例如在喷灌次数多、经济价值高的作物种植区可采用固定管道式喷灌系统;大田作物喷灌次数少,宜采用半固定式或小机组移动式喷灌系统,以提高设备利用率;对水源就近或从渠道、井、塘取水距离较短的地块,小面积分散种植的作物比较适宜移动管道式喷灌系统;在有自然水头的地方,尽量选用自压喷灌系统,以降低动力设备的投资和运行费用;在地形坡度太陡的丘陵山区,可优先考虑采用固定式管道系统。

6. 工程节水与农业节水配套问题

近几年来单项节水技术普遍受到重视,在农业生产中已发挥了重大的作用。喷灌是一项先进的节水灌溉技术,要充分发挥其经济效益,还必须与农业措施、科学管理措施紧密地结合起来,适时、适量灌溉,构成节水、高产、优质、高效农业的综合配套技术,这将成为节水农业未来发展的方向。

第二章**喷灌工程典型模式研究****第一节 固定式管道喷灌系统模式****一、固定式管道喷灌系统的优缺点及适用条件**

固定式管道喷灌系统除喷头外，所有管道在整个灌溉季节中甚至常年都是固定的，水泵和动力机构成固定的泵站，干管和支管多是埋在地下，喷头装在固定的竖管上。在灌溉季节，除喷头可以装卸进行轮灌使用外，其他部分常年固定不动。

1. 优点

(1) 固定式管道喷灌系统生产效率高，运行管理方便，只需一人扳动控制阀门就可实现在不停泵的情况下进行轮灌区转换，不需要劳动力来移动支管，减少管理费用，降低运行成本。

(2) 固定式管道喷灌系统工程占地少，由于干管与支管均埋在地下，地面只露出竖管和喷头，减少了管材的占地面积，增加了种植面积2%~7%，使耕地的有效利用率提高，作物产量增加，提高了经济效益。

(3) 固定式管道喷灌系统有利于自动化控制和综合利用。随着科学技术的飞速发展，自动化控制越来越多地应用到农业中，现代化农业离不开自动化控制，固定式管道喷灌是实现自动化控制的基础。

2. 缺点

(1) 固定式管道喷灌系统由于干管与支管均固定，设备不能重复利用，耗用管材量较多，加大了投资成本，产出投入比降低，投资回收年限较长，这是目前限制固定式管道喷灌快速发展的主要因素。为降低单位面积投资，设计可采取同时向各支管供水，但每条

支管仅开启一个喷头的方式,这时干管处于多孔出流状态,水头损失小,支管则仅向一个喷头供水,流量不大,干、支管均可采用较小口径的管道,但这种布置施工繁琐,运行管理困难,目前在辽宁省尚未采用这种方式。

(2) 竖管固定不动,只能保持固定的距离,影响机械化作业,不利于机耕。

(3) 一旦管路损坏,维修不便。

(4) 在有风的条件下对风的适应能力差。由于干管、支管、竖管都是固定不动的,喷头间的距离不能根据实际条件调整,风对喷灌效果的影响较大,有时可能会产生漏喷现象,致使部分漏喷的作物因缺水而减产。

3. 适用条件

适用于经济发展水平高,劳力紧张,以种植灌水频繁、价值高的蔬菜为主的城市郊区,也适合灌水次数频繁的果园、茶园等经济作物区,地面坡度陡、局部地形复杂的地区以及草坪喷灌,园林绿化,足球场、高尔夫球场等。

二、固定式管道喷灌系统典型工程设计

(一) 基本资料

典型地块位于辽宁西部地区,尺寸 $540\text{m} \times 240\text{m}$,面积约 13hm^2 ,地势较为平坦,种植作物以麦菜复种为主。水源为机电井,地下水埋深为 $10 \sim 15\text{m}$,土质为砂壤土,土壤容重 0.0014kg/cm^3 ,田间最大持水量为 22% ,在小麦生育期,多年平均降雨量为 528.3mm ,平均风速为 3.5m/s ,风向多为西南风。经过反复的技术经济比较,并考虑运行管理方面的要求,采用固定式管道喷灌系统。

(二) 初步设计

1. 设计参数

根据示范区的土质、水源、种植作物的需水规律、当地的气候和气象资料等因素,选定下列设计参数指标: